



نام و نام خانوادگی :

نام و نام خانوادگی :

نام درس :

پایه تحصیلی :

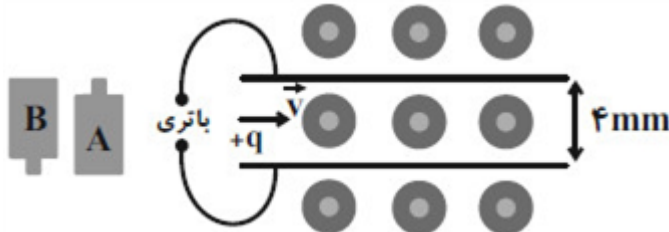
نام آموزشگاه :

نام دبیر :

عنوان آزمون : بانک تست فیزیک سال یازدهم تاریخ برگزاری ۱۴۰۴/۰۵/۰۱

ریاضی (فصل ۳ مغناطیس)

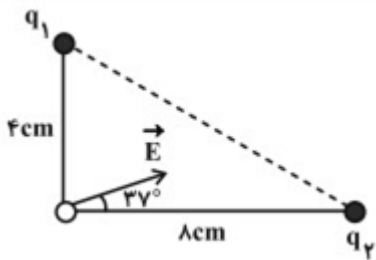
۱ مطابق شکل زیر، ذره‌ای مثبت با جرم ناچیز و با سرعت $\frac{m}{s} \cdot 10^3$ وارد فضایی می‌شود که میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $4000 G$ در آن وجود دارد. کدام باتری و با چه ولتاژی را در مدار قرار دهیم تا ذره باردار بدون انحراف به



حرکت خود ادامه دهد؟

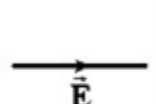
- ۱ باتری $A, 1/6 V$ ۲ باتری $B, 1/6 V$ ۳ باتری $B, 1/6 V$ ۴ باتری $A, 1/6 V$

۲ در دو رأس یک مثلث قائم‌الزاویه، ۲ بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = -1/5 \mu C$ و q_2 ثابت شده‌اند. اگر میدان برای این دو بار در رأس قائمه به صورت $\vec{E}$ باشد، q_2 چند میکروکولن است؟
 $\left(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}, \sin 37^\circ = 0/6 \right)$



- ۱ -۴ ۲ -۸ ۳ ۸ ۴ ۴

۳ ذره‌ای با بار مثبت با سرعت $\frac{m}{s} \cdot 30$ مطابق شکل زیر، عمود بر میدان مغناطیسی $\vec{B}$ به بزرگی $500 G$ شلیک می‌شود. میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ با اندازه $\frac{N}{C} \cdot 1/5$ را چگونه قرار دهیم تا اندازه‌ی برآیند دو نیروی وارد بر ذره (F_{eq}) در راستای x در بازه $0 < F_{eq} \leq F_B$ قرار گیرد؟



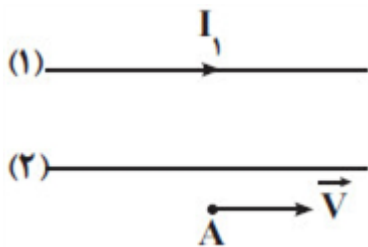
(ج)

(ب)

(الف)

- ۱ «الف» ۲ «الف» و «ب» ۳ «ب» و «ج» ۴ «الف» و «ب»

۴ در شکل مقابل، دو سیم موازی و بلند حامل جریان یکدیگر را می‌رانند و بزرگی میدان مغناطیسی آن‌ها در نقطه A برابر $B_1 = 0.5T$ و $B_2 = 0.4T$ است. اگر ذره‌ای با بار $2\mu C$ و جرم 10 mg با تندی $10^3 \frac{m}{s}$ در جهت نشان داده شده در حال حرکت باشد، در لحظه‌ای که این ذره از نقطه A و به موازات سیم‌ها عبور می‌کند، اندازه شتاب آن چند $\frac{m}{s^2}$ و جهت آن به کدام سمت است؟



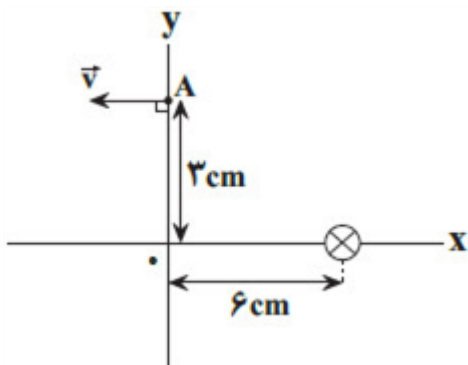
۴ ۱۸۰، پایین

۳ ۱۸۰، بالا

۲ ۲۰، پایین

۱ ۲۰، بالا

۵ در شکل مقابل بار $q = -15\mu C$ در مبدأ زمان در جهت نشان داده شده از نقطه $A(0, 3\text{ cm})$ با تندی $25 \frac{m}{s}$ پرتاب می‌شود. اگر بزرگی میدان مغناطیسی حاصل از سیم راست و مستقیمی عمود بر صفحه کاغذ که از نقطه $(6\text{ cm}, 0)$ عبور می‌کند، در نقطه A برابر ۲۰ گaus باشد، نیروی مغناطیسی وارد بر بار q در لحظه نشان داده شده چند میلی‌نیوتن است؟



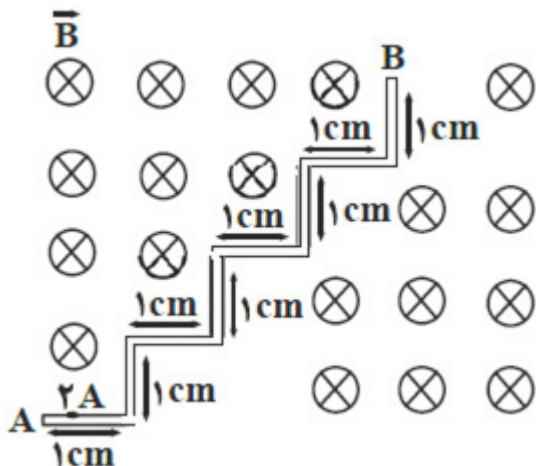
۴ $\frac{3\sqrt{5}}{2} \times 10^{-4}$

۳ $3\sqrt{5} \times 10^{-4}$

۲ $\frac{3\sqrt{5}}{2}$

۱ $3\sqrt{5}$

۶ مطابق شکل مقابل، قطعه سیم AB حامل جریان $2A$ در میدان مغناطیسی یکنواخت درون‌سویی به بزرگی $0.2T$ قرار گرفته است. نیروی وارد بر این قطعه سیم چند میلی‌نیوتن است؟



۴ $8\sqrt{2}$

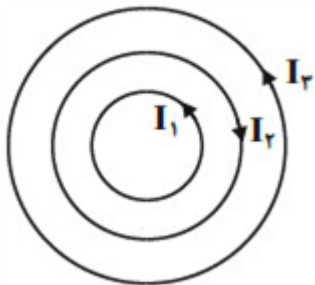
۳ $16\sqrt{2}$

۲ $4\sqrt{2}$

۱ $2\sqrt{2}$

۷ مطابق شکل مقابل، از سه حلقه دایره‌ای هم‌مرکز که در یک صفحه قرار دارند، جریان الکتریکی در جهت‌های نشان داده شده می‌گذرد. شعاع مقطع و جریان الکتریکی برای حلقه‌ها به صورت $(r_1 = 5 \text{ cm}, I_1 = 1 \text{ A})$ ، $(r_2 = 10 \text{ cm}, I_2 = 2 \text{ A})$ و $(r_3 = 40 \text{ cm}, I_3 = 4 \text{ A})$ است. به ترتیب از راست به چپ اندازه میدان مغناطیسی برآیند حاصل از حلقه‌ها در مرکز آن‌ها برحسب تسلا و اندازه نیرویی که این میدان بر الکترونی که با تندی $100 \frac{m}{s}$ عمود بر صفحه حلقه‌ها از مرکز مشترک آن‌ها می‌گذرد، وارد می‌کند، برحسب نیوتون کدام است؟

$$\left(\mu_0 = 12 \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}, q_e = -1.6 \times 10^{-19} C \right)$$



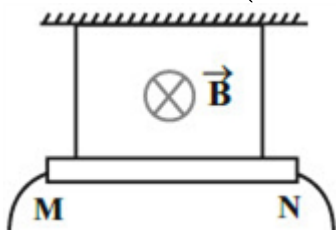
۲ $9/6 \times 10^{-24}$ و 6×10^{-6}

۱ 6×10^{-6} و صفر

۴ $9/6 \times 10^{-24}$ و $1/8 \times 10^{-5}$

۳ $1/8 \times 10^{-5}$ و صفر

۸ مطابق شکل مقابل، سیم راست MN به طول 1 m توسط دو نخ سبک از سقف آویزان شده است و در میدان مغناطیسی یکنواخت درون‌سویی به بزرگی 1 T قرار دارد. اگر جرم هر متر سیم MN برابر با 20 g باشد، جریان سیم، چند آمپر و سوی آن چگونه باشد تا نیروی کشش نخ‌ها برابر با صفر شود؟ $\left(g = 10 \frac{N}{kg} \right)$



۲ ۲ از N به M

۱ $2/0$ از N به M

۴ ۲ از M به N

۳ $2/0$ از M به N

۹ سیمی در راستای شمال و جنوب کشیده شده است و جریانی از سوی شمال به جنوب از آن می‌گذرد. میدان مغناطیسی حاصل از جریان در یک نقطه بالای این سیم در کدام جهت است؟

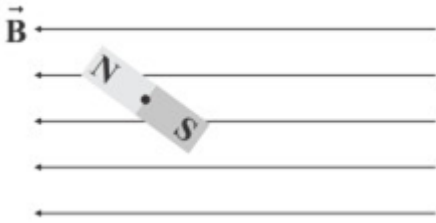
۴ مغرب

۳ مشرق

۲ شمال

۱ جنوب

۱۰ با توجه به شکل زیر، آهنربا برای رسیدن به تعادل در چه جهتی می‌چرخد و پس از تعادل چگونه می‌ایستد؟



۲ پادساعتگرد -



۱ ساعتگرد -

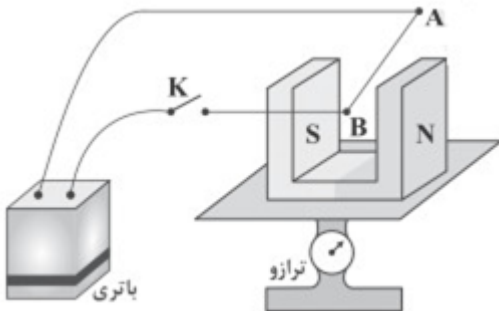


۴ پادساعتگرد -



۳ ساعتگرد -

۱۱ در شکل زیر، با بستن کلید K ، عددی که ترازو نشان می‌دهد، کاهش می‌یابد، جهت جریان کدام است؟



۲ از B به A

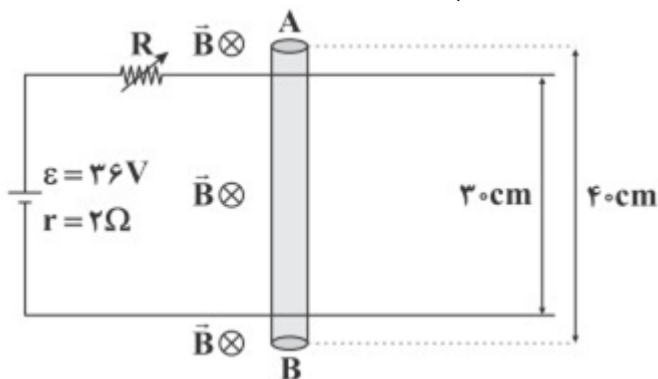
۱ از A به B

۴ هر دو حالت از A به B یا از B به A ممکن است.

۳ ابتدا از A به B و سپس از B به A

۱۲ در مدار شکل مقابل، تیغه‌ی فلزی AB به طول 40 cm و مقاومت الکتریکی $1\ \Omega$ ، روی سیم‌های ثابت مدار تکیه داده

است و تیغه به طور کامل در میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ به بزرگی 6 T قرار دارد و حرکت نمی‌کند. جهت آغاز لغزش تیغه روی این سیم‌ها، باید حداقل نیرویی افقی و عمود بر تیغه به بزرگی $5/4\text{ N}$ ، بر نیروی اصطکاک بین تیغه و سیم‌ها غلبه کند. برای آغاز لغزش تیغه روی سیم‌ها، مقاومت رئوستا را به چند اهم برسانیم؟



۴ $3/5$

۳ 3

۲ $2/5$

۱ 2

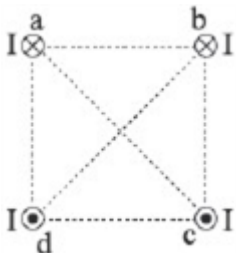
۱۳ مطابق شکل زیر، سیم مستقیمی به طول $2/4m$ حامل جریان $2/5A$ از شرق به غرب است. اندازه میدان مغناطیسی زمین در محل این سیم $5G$ و جهت آن از جنوب به شمال است. اندازه و جهت نیروی مغناطیسی وارد



بر این سیم، کدام است؟

- ۱ $3 \times 10^{-5} N$ بالا ۲ $3 \times 10^{-6} N$ بالا ۳ $3 \times 10^{-5} N$ پایین ۴ $3 \times 10^{-6} N$ پایین

۱۴ چهار سیم راست با طول نامتناهی که دارای جریان‌های مساوی هستند، در چهار رأس یک مربع عمود بر صفحه قرار دارند. اندازه و میدان مغناطیسی حاصل از آنها در مرکز مربع B است. اگر بدون تغییر مقدار جریان سیم a ، فقط جهت جریان آن عکس شود، میدان مغناطیسی در مرکز مربع B' می‌شود، کدام است؟ $\frac{B'}{B}$



- ۱ صفر ۲ $\sqrt{2}$ ۳ $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ۴ ۲

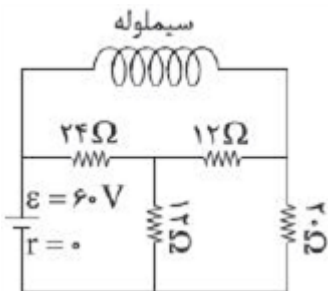
۱۵ دو فلز A و B وقتی در یک میدان مغناطیسی قرار می‌گیرند، حجم حوزه‌های مغناطیسی فلز A به سختی تغییر می‌کند و پس از حذف میدان خارجی به حالت اول برمی‌گردد ولی در فلز B حجم حوزه‌ها به سهولت تغییر می‌کند و پس از حذف میدان خارجی به حالت اول برمی‌گردد. A و B به ترتیب کدام‌اند؟

- ۱ پارامغناطیس و فرومغناطیس سخت ۲ فرومغناطیس نرم و پارامغناطیس ۳ فرومغناطیس سخت و فرومغناطیس نرم ۴ فرومغناطیس نرم و فرومغناطیس سخت

۱۶ سیمی به طول ۲۰۰ سانتی‌متر در اختیار داریم. به وسیله آن سیم پیچ مسطحی به شعاع ۴ cm ساخته‌ایم که از آن جریان ۶ آمپر عبور می‌کند. بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز آن چند گاوس است؟ $\left(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{Tm}{A} \right)$

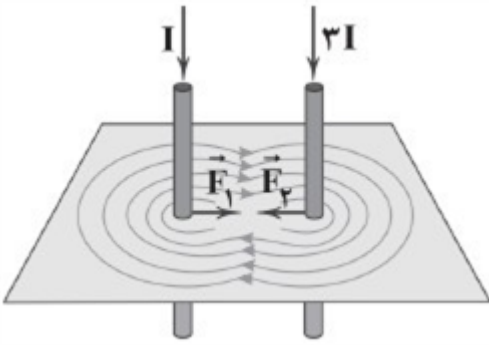
- ۱ $7/5 \times 10^{-4}$ ۲ $7/5\pi \times 10^{-4}$ ۳ $7/5$ ۴ $7/5\pi$

۱۷ سیم‌لوله‌ای بدون هسته به طول ۴ cm با ۵۰۰ حلقه که مقاومت الکتریکی ندارد در مدار شکل زیر قرار دارد. اندازه میدان مغناطیسی در داخل سیم‌لوله چند گاوس است؟ $(\mu_0 = 12 \times 10^{-7} T.mA)$



- ۱ ۲۵ ۲ ۵۰۰ ۳ ۷۵۰ ۴ ۱۰۰۰

۱۸ شکل مقابل، میدان مغناطیسی ناشی از دو سیم بلند حامل جریان را نشان می‌دهد. کدام گزینه در مورد بزرگی نیروهای $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ درست است؟

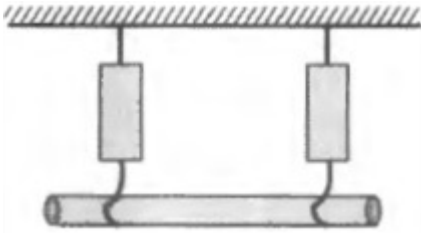


- ۱ $F_1 = F_2$ ۲ $F_2 = 3F_1$ ۳ $F_1 = 3F_2$ ۴ $F_2 = \frac{3}{4}F_1$

۱۹ کدام یک از موارد زیر یکای میدان مغناطیسی نیمی‌باشد؟

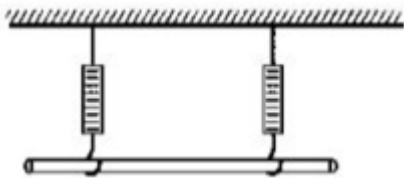
- ۱ $\frac{\text{نیوتون}}{\text{آمپر} \times \text{متر}}$ ۲ تسلا ۳ $\frac{\text{نیوتون} \times \text{ثانیه}}{\text{کولن} \times \text{متر}}$ ۴ $\frac{\text{نیوتون}}{\text{کولن} \times \text{متر} \times \text{ثانیه}}$

۲۰ مطابق شکل زیر، میلهٔ رسانایی به طول ۱۰۰cm به وسیلهٔ دو نیروسنج به سقف بسته شده است و این میله به همراه نیروسنج‌ها درون میدان مغناطیسی یکنواخت درونسویی قرار دارند. اگر جریان عبوری از میله برابر $1/A$ از غرب به شرق باشد. نیروسنج‌ها هر کدام عدد $4/N$ و اگر جریان عبوری از میله برابر $3/A$ از شرق به غرب عبور کند، هر نیروسنج عدد $8/N$ را نشان می‌دهد. بزرگی میدان مغناطیسی چند گاوس است؟



- ۱ 10^4 ۲ 2×10^4 ۳ 0.2 ۴ ۲

۲۱ مطابق شکل زیر، سیمی به چگالی $\frac{g}{8 \text{ cm}}$ و قطر مقطع ۴mm در میدان مغناطیسی یکنواخت و به سمت داخل صفحه به بزرگی 0.8 T قرار گرفته است. جریان عبوری از سیم چند آمپر و در چه جهتی باشد تا نیروسنج‌ها عدد صفر را نشان دهند؟ $\left(g = 10 \frac{m}{s^2}, \pi \approx 3\right)$



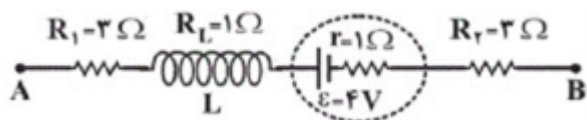
- ۱ $\rightarrow, 1$ ۲ $\leftarrow, 4$ ۳ $\rightarrow, 12$ ۴ $\leftarrow, 16$

۲۲ بردار سرعت یک ذره $2 \mu\text{C}$ در SI به صورت $\vec{v} = 4\vec{i} - 3\vec{j}$ و بردار میدان مغناطیسی برابر $\vec{B} = -2\vec{i} + \vec{j}$ می‌باشد. بزرگی نیروی وارد بر ذره چند نیوتن است؟

- ۱ صفر ۲ 12×10^{-6} ۳ 8×10^{-6} ۴ 4×10^{-6}

۲۳ در شکل زیر که قسمتی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد، $V_A - V_B = 12V$ است. اگر در هر سانتیمتر از سیم‌لوله، ۵ حلقه وجود داشته باشد، بزرگی میدان مغناطیسی داخل سیم‌لوله چند گاوس است؟

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$$



۴ $2\pi \times 10^{-4}$

۳ 2×10^{-4}

۲ 2π

۱ ۲

۲۴ یک سیم مسی به قطر ۱mm را به صورت سیم‌لوله‌ای آرمانی به طول ۲۰cm که در آن حلقه‌های سیم‌لوله در یک ردیف به یکدیگر چسبیده‌اند در می‌آوریم. اگر جریان $1/10 A$ را از سیم‌لوله عبور دهیم، اندازه میدان مغناطیسی یکنواخت

درون سیم‌لوله برحسب گاوس کدام است؟ $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$

۴ 40π

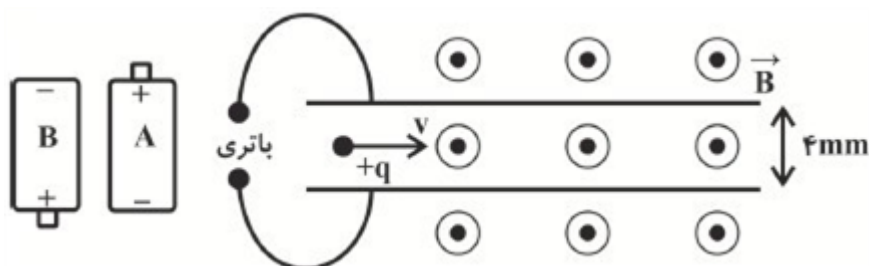
۳ $0/4\pi$

۲ $4\pi \times 10^{-2}$

۱ $4\pi \times 10^{-5}$

۲۵ در شکل زیر، کدام باتری و با چه ولتاژی برحسب ولت را در مدار قرار دهیم تا اگر ذره‌ای مثبت با جرم ناچیز و تند $10^{-3} \frac{m}{s}$ در جهت نشان داده شده وارد فضای بین دو صفحه شود، بدون انحراف به حرکت خود ادامه دهد؟ (بزرگی

میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ برابر با ۴۰۰۰ گاوس است.)



۴ باتری A، ۱۶

۳ باتری B، ۱/۶

۲ باتری B، ۱۶

۱ باتری A، ۱/۶

۲۶ چه تعداد از گزاره‌های زیر نادرست است؟

الف) نیروی مغناطیسی وارد بر ذره باردار، بر راستای سرعت و میدان مغناطیسی عمود است.
ب) تسلا یکای بزرگی میدان مغناطیسی است و در برخی موارد از یکای قدیمی SI و کوچک‌تری به نام گاوس (با نماد G) استفاده می‌شود.

پ) اندازه میدان مغناطیسی زمین در نزدیک سطح زمین در قطب‌ها بیشترین ($0/65G$) و در استوا کمتری ($0/35G$) است.

ت) بزرگ‌ترین میدان مغناطیسی مداوم که امروزه در آزمایشگاه تولید شده، حدود ۴۵ تسلا است.

۴ ۴

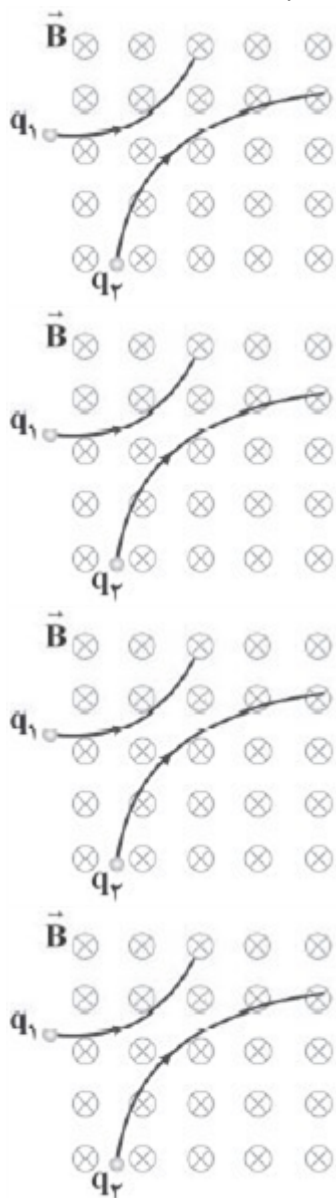
۳ ۳

۲ ۲

۱ ۱

دو ذره با بار الکتریکی q_1 و q_2 که $|q_1| = |q_2|$ است، با سرعت یکسان به طور عمود وارد میدان مغناطیسی

یکنواخت و درون سو $\vec{B}$ می‌شوند و مسیرهای مشخص شده در شکل زیر را می‌پیمایند. کدام گزینه درست است؟



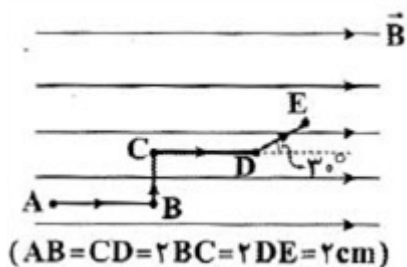
۱ $q_2 < 0, q_1 > 0$

۲ $q_2 > 0, q_1 < 0$

۳ نیروی مغناطیسی وارد بر بار الکتریکی q_1 بیش‌تر از نیروی مغناطیسی وارد بر بار الکتریکی q_2 است.

۴ نیروی مغناطیسی وارد بر بار الکتریکی q_2 بیش‌تر از نیروی مغناطیسی وارد بر بار الکتریکی q_1 است.

۲۸ در شکل زیر برابند نیروی مغناطیسی وارد بر سیم ABCDE که جریان ۴ آمپری از آن می‌گذرد، در میدان مغناطیسی یک‌نواخت به بزرگی $5G$ چند نیوتون است؟



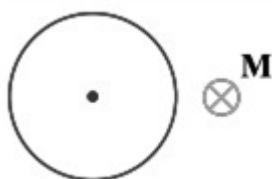
۱۱ $\times 10^{-5}$ (۴)

۹ $\times 10^{-5}$ (۳)

۳ $\times 10^{-5}$ (۲)

۱۰ $\times 10^{-5}$ (۱)

۲۹ شکل روبه‌رو یک حلقه حامل جریان را نشان می‌دهد و جهت میدان مغناطیسی در نقطه M درون سو است. کدام گزینه جهت میدان مغناطیسی در مرکز حلقه و جهت جریان حلقه را به‌درستی بیان می‌کند؟



(۴) $\odot$ - پادساعت‌گرد

(۳) $\odot$ - ساعت‌گرد

(۲) $\otimes$ - پادساعت‌گرد

(۱) $\otimes$ - ساعت‌گرد

۳۰ سیم‌لوله‌ای آرمانی را از وسط نصف و جریان عبوری از آن را ۲۰ درصد کاهش می‌دهیم. اندازه میدان مغناطیسی روی محور این سیم‌لوله چگونه تغییر می‌کند؟

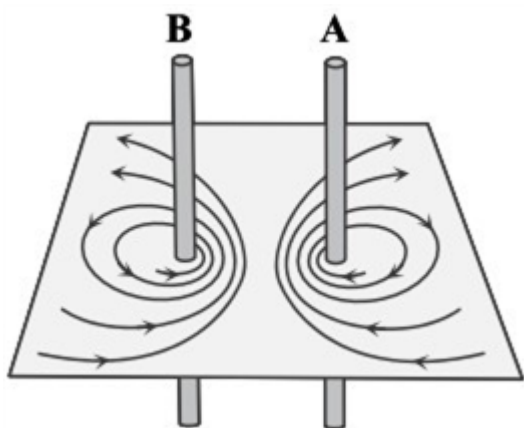
(۲) ۱۰ درصد کاهش می‌یابد.

(۱) ۲۰ درصد کاهش می‌یابد.

(۴) تغییری نمی‌کند.

(۳) ۴۰ درصد کاهش می‌یابد.

۳۱ خطوط میدان مغناطیسی برآیند در اطراف دو سیم حامل جریان، مطابق شکل روبه‌رو است. کدام گزینه جهت جریان در سیم‌های A و B و نیروی بین دو سیم را به‌ترتیب از راست به چپ به‌درستی نمایش می‌دهد؟



(۴) $\uparrow - \downarrow$ - ربایشی

(۳) $\uparrow - \downarrow$ - رانشی

(۲) $\downarrow - \uparrow$ - ربایشی

(۱) $\downarrow - \uparrow$ - رانشی

۳۲ الکترونی با سرعت $\frac{5}{\pi} \times 10^5 \frac{m}{s}$ به طور عمود بر محور سیملوله‌ای که حامل جریان $5A$ است، وارد آن می‌شود. اگر در میدان مغناطیسی یکنواخت درون سیملوله، نیروی الکترومغناطیسی‌ای به بزرگی $N = 10^{-16} \times 1/6$ بر آن وارد شود، در هر سانتی‌متر این سیملوله چند دور حلقه وجود دارد؟

$$\left(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}, |e| = 1/6 \times 10^{-19} C \right)$$

۲۰۰ (۴)

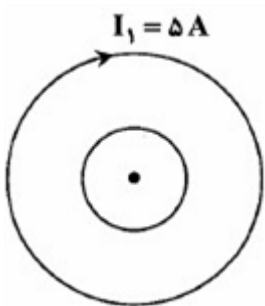
۱۰ (۳)

۱۰۰۰ (۲)

۲۰ (۱)

۳۳ در شکل مقابل، شعاع حلقه‌ی بزرگ ۲۰ سانتی‌متر و شعاع حلقه‌ی کوچک ۱۰ سانتی‌متر است. اندازه‌ی جریان الکتریکی گذرنده از حلقه‌ی کوچک چند آمپر باشد تا میدان مغناطیسی در مرکز حلقه‌ها برون‌سو و اندازه‌ی آن $\frac{\pi}{5}$ گاوس شود؟

$$\left(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A} \right)$$



۵ (۴)

$\frac{25}{2}$ (۳)

$\frac{15}{2}$ (۲)

۱۰ (۱)

۳۴ ۲۰ cm از سیم راست یکنواخت رسانایی را که جرم واحد طول آن $2 \frac{g}{cm}$ و حامل جریان $A = 10$ است، درون یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار می‌دهیم. حداقل اندازه‌ی این میدان چند گاوس باشد تا سیم بتواند در این میدان مغناطیسی معلق بماند؟ $\left(g = 10 \frac{N}{kg} \right)$

۲۰۰۰ (۴)

۲۰۰ (۳)

۲ (۲)

۵/۲ (۱)

۳۵ از پیچه‌ی مسطحی که از ۵۰ دور سیم نازک درست شده است، جریانی به شدت ۴ آمپر می‌گذرد. اگر میدان مغناطیسی حاصل از جریان در مرکز پیچه، 2×10^{-3} تسلا باشد، شعاع این پیچه چند سانتی‌متر است؟

$$\left(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A} \right)$$

۳/۱۴ (۴)

۶/۲۸ (۳)

۳۱/۴ (۲)

۶۲/۸ (۱)

۳۶ الکترونی با بار الکتریکی $1/6 \times 10^{-19}$ کولن با سرعت $4 \times 10^5 m/s$ وارد میدان مغناطیسی یکنواختی به شدت 5×10^{-4} تسلا می‌شود. اگر راستای حرکت الکترون با راستای میدان زاویه‌ی ۶۰ درجه بسازد، بزرگی نیروی وارد بر آن چند نیوتن است؟

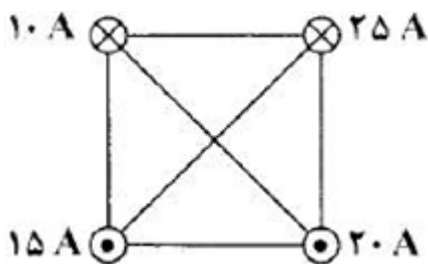
$1/6 \times 10^{-17} \sqrt{3}$ (۴)

$1/6 \times 10^{-17}$ (۳)

$1/6 \times 10^{-16} \sqrt{3}$ (۲)

$1/6 \times 10^{-16}$ (۱)

۳۷ مطابق شکل ۴ سیم راست طویل عمود بر صفحه‌ی کاغذ از چهار رأس یک مربع به ضلع ۲۰ سانتی‌متر می‌گذرند. اندازه‌ی برآیند میدان مغناطیسی حاصل از چهار سیم در مرکز مربع چند گاوس است؟



$\sqrt{2}$ (۴)

۰/۲ (۳)

$\frac{\sqrt{2}}{2}$ (۲)

$\frac{2\sqrt{2}}{10}$ (۱)

۳۸ ذره‌ای به جرم ۵۰۰ میلی‌گرم با سرعت $10^2 \frac{m}{s}$ به‌طور عمود وارد میدان مغناطیسی یکنواخت ۴ میلی‌تسلا می‌شود. اگر بار الکتریکی ذره $50 \mu C$ باشد، شتابی که ذره تحت تأثیر میدان می‌گیرد، چند متر بر مربع ثانیه است؟

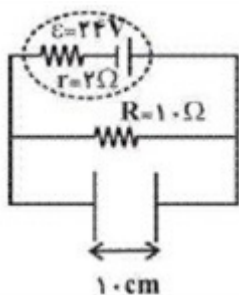
۰/۰۲ (۴)

۰/۲۰ (۳)

۰/۰۴ (۲)

۰/۴۰ (۱)

۳۹ در مدار شکل زیر، میدان مغناطیسی درون‌سویی به بزرگی $0.2 T$ عمود بر صفحه‌ی کاغذ برقرار است. ذره‌ای با بار الکتریکی $q > 0$ را حداقل با چه سرعتی بر حسب متر بر ثانیه بین دو صفحه‌ی خازن پرتاب کنیم تا در مسیر مستقیم بین دو صفحه‌ی خازن حرکت کند؟



(۴) باید q معلوم باشد.

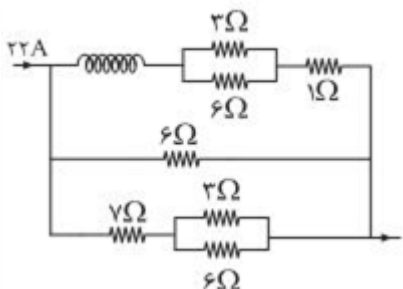
10^4 (۳)

10^3 (۲)

10^2 (۱)

۴۰ در مدار مقابل، در هر متر از سیم‌لوله ۲۰۰ دور سیم موجود است. شدت میدان مغناطیسی در درون این سیم‌لوله چند گوس است؟

($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$ ، از مقاومت درونی سیم‌لوله صرف‌نظر شود.)



$9/6\pi$ (۲)

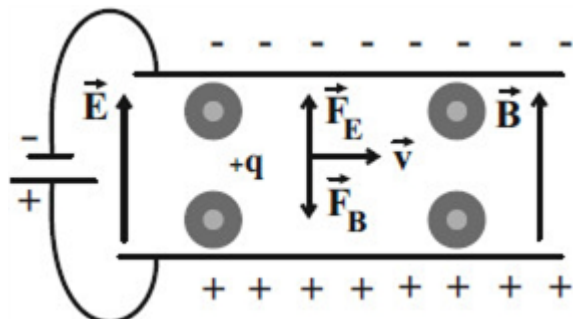
$9/6$ (۱)

$4/8$ (۴)

$4/8\pi$ (۳)

۱

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. طبق قاعده دست راست برای بار الکتریکی مثبت، نیروی مغناطیسی وارد بر بار به سمت پایین می‌باشد، بنابراین نیروی الکتریکی باید به سمت بالا باشد تا ذره منحرف نشود. از طرفی طبق رابطه $\vec{F}_E = q\vec{E}$ ، هرگاه بار الکتریکی مثبت باشد، نیرو $(\vec{F}_E)$ و میدان الکتریکی $(\vec{E})$ هم‌جهت‌اند؛ در نتیجه میدان الکتریکی بالاسو خواهد شد و برای ایجاد این میدان باید باتری B را در مدار قرار دهیم.



$$\begin{aligned} F_B = F_E &\Rightarrow |q|vB = |q|E \Rightarrow E = vB \\ &= 10^3 \times 0.4 = 400 \frac{V}{m} \\ E = \frac{|\Delta V|}{d} &\Rightarrow |\Delta V| = Ed = 400 \times 4 \times 10^{-3} \\ &\Rightarrow |\Delta V| = 1.6V \end{aligned}$$

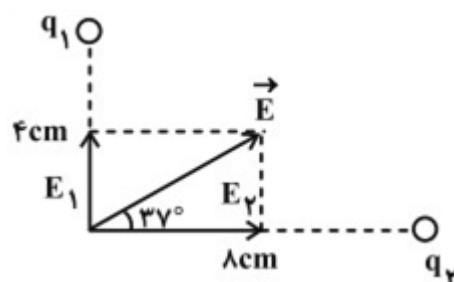
۲

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. باید بار q_2 منفی باشد تا برآیند میدان به صورت شکل زیر شود.

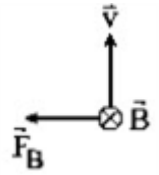
$$\cos^2 37^\circ + \sin^2 37^\circ = 1 \Rightarrow \cos 37^\circ = 0.8$$

$$\tan 37^\circ = \frac{E_1}{E_2} \Rightarrow \frac{0.6}{0.8} = \frac{k \frac{|q_1|}{4 \times 4}}{k \frac{|q_2|}{8 \times 8}}$$

$$\Rightarrow \frac{6}{8} = \frac{64 \times 1/5}{16 |q_2|} \Rightarrow |q_2| = 8 \mu C \Rightarrow q_2 = -8 \mu C$$



گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به این که بار ذره، مثبت است، نیروی وارد بر ذره از طرف میدان الکتریکی، هم جهت با میدان الکتریکی است، پس اگر میدان الکتریکی از سمت چپ به راست امتداد یابد، نیرو نیز به سمت راست خواهد بود. از طرفی جهت نیروی مغناطیسی نیز با استفاده از قاعده‌ی دست راست به دست می‌آید، بنابراین:



اندازه‌ی دو نیروی وارد بر ذره را محاسبه می‌کنیم:

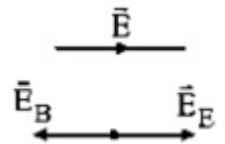
$$\begin{cases} F_E = E|q| = 1/5 |q| \\ F_B = |q| vB \sin \alpha = |q| \times 30 \times (500 \times 10^{-4}) \times \sin 90^\circ = 1/5 q \end{cases}$$

$$F_B = F_E$$

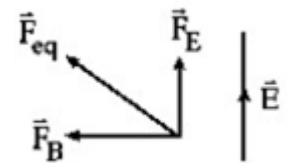
بنابراین:

بررسی موارد:

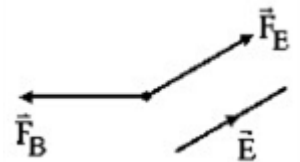
الف) در این حالت نیروی الکتریکی و مغناطیسی در خلاف جهت یکدیگر هستند، در نتیجه با توجه به هم‌اندازه بودن آن‌ها برآیند آن‌ها صفر می‌شود.



ب) نیروهای وارد بر ذره مطابق شکل زیر هستند، بنابراین برآیند نیروها در راستای افقی، هم‌اندازه با نیروی $\vec{F}_B$ است.



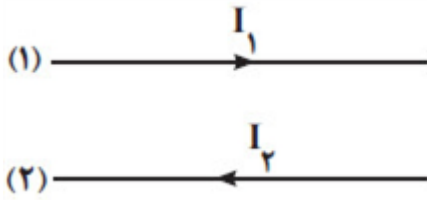
ج) نیروهای وارد بر ذره مطابق شکل زیر هستند:



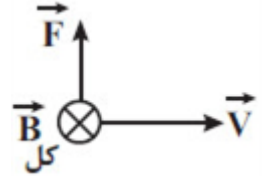
با تجزیه‌ی نیروی $\vec{F}_E$ و با توجه به هم‌اندازه بودن نیروهای $\vec{F}_B$ و $\vec{F}_E$ در نتیجه مؤلفه‌ی افقی نیروی $\vec{F}_E$ کوچکتر از نیروی $\vec{F}_B$ است، بنابراین اندازه‌ی برآیند نیروها در راستای افقی کوچکتر از $\vec{F}_B$ است.

۴

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون دو سیم یکدیگر را می‌رانند، جهت جریان الکتریکی آنها مخالف هم است. بنابراین، با توجه به جهت جریان سیم‌ها و با استفاده از قاعده دست راست، جهت میدان مغناطیسی $\vec{B}_1$ درون سو و میدان مغناطیسی $\vec{B}_2$ برون سو می‌باشد و چون $B_1 > B_2$ است، جهت برابند میدان‌های مغناطیسی در جهت میدان مغناطیسی $\vec{B}_1$ و درون سو است و اندازه آن برابر است با:



$$B_{\text{کل}} = B_1 - B_2 \quad \frac{B_1 = 0.5T}{B_2 = 0.4T} \quad B = 0.5 - 0.4 = 0.1T$$



اکنون اندازه نیروی وارد بر ذره باردار را می‌یابیم:

$$F = |q| v B_{\text{کل}} \sin \theta$$

$$\theta = 90^\circ, v = 10^3 \frac{m}{s} \rightarrow F = 2 \times 10^{-9} \times 10^3 \times 0.1 \times \sin 90^\circ = 2 \times 10^{-6} N$$

$$|q| = 2 \times 10^{-9} C, B_{\text{کل}} = 0.1 T$$

در آخر با استفاده از قانون دوم نیوتون شتاب حرکت ذره را می‌یابیم:

$$a = \frac{F}{m} \quad m = 10 \text{ mg} = 10 \times 10^{-3} \text{ kg} = 10^{-2} \text{ kg} \rightarrow a = \frac{2 \times 10^{-6}}{10^{-2}} = 2 \times 10^{-4} \frac{m}{s^2}$$

جهت شتاب در جهت نیرو و به طرف بالا است.

۵

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا جهت میدان مغناطیسی حاصل از سیم حامل جریان را در نقطه A به دست می‌آوریم. اکنون با استفاده از رابطه نیروی وارد بر بار متحرک داریم:

$$\theta = 90^\circ + \theta''$$

$$F = qvB \sin \theta \xrightarrow{\theta = 90^\circ + \theta''} F = qvB \sin (90^\circ + \theta'')$$

$$\frac{\sin (90^\circ + \theta'') = \cos \theta''}{\cos \theta'' = \sin \theta'} \rightarrow F = qvB \sin \theta'$$

$$\sin \theta' = \frac{r\sqrt{\Delta}}{\Delta}$$

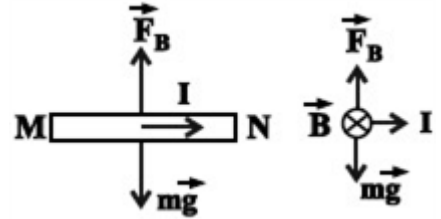
$$B = 20 \times 10^{-3} T, |q| = 15 \mu C, v = 25 \frac{m}{s}$$

$$F = 15 \times 10^{-6} \times 25 \times 20 \times 10^{-3} \times \frac{2\sqrt{5}}{5} = 3\sqrt{5} \times 10^{-4} N = 3\sqrt{5} \times 10^{-4} \text{ mN}$$

۸

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. برای آن که نیروی کشش نخها صفر شود، باید نیروی مغناطیسی وارد بر سیم به طرف بالا و برابر با وزن سیم باشد. با توجه به جهت این نیرو و جهت میدان مغناطیسی، به کمک قاعده دست راست می توان دریافت که جهت جریان سیم باید از M به N باشد. برای محاسبه جریان گذرا از سیم می توان نوشت:

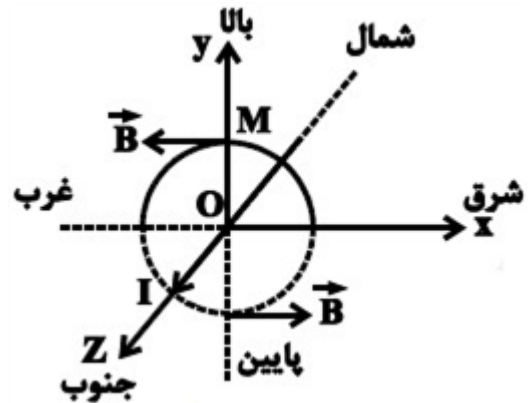
$$F_B = mg \Rightarrow BIL \sin \theta = mg \Rightarrow 0.1 \times I \times 1 \times \sin 90^\circ = 20 \times 10^{-2} \times 10 \Rightarrow I = 2 \text{ A}$$



۹

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

انگشت شست دست راست را در جهت جریان ا قرار می دهیم. بسته شدن چهار انگشت به دور سیم خطوط میدان $\vec{B}$ را نشان می دهد که در بالای سیم به طرف غرب و در زیر سیم به طرف شرق خواهد بود.



۱۰

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. خطوط میدان مغناطیسی از قطب N خارج و به قطب S وارد می شوند، بنابراین آهنربا به صورت پادساعتگرد می چرخد تا مطابق شکل زیر، به صورت افقی به حال تعادل قرار بگیرد.



۱۱

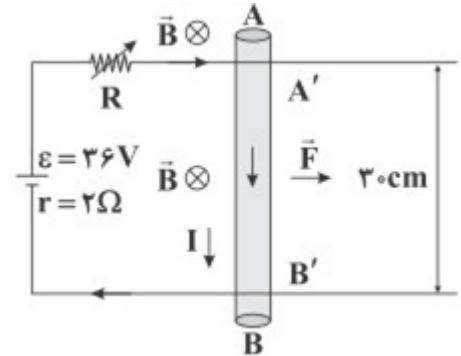
گزینه ۱ پاسخ صحیح است. برای آن که ترازو عدد کمتری را نشان دهد، باید سیم نیرویی به سمت بالا به آهنربا وارد کند، که این نیرو عکس العمل نیروی وارد از آهنربا به سیم باید به سمت پایین باشد. با توجه به قطب های آهنربا و با استفاده از قاعده دست راست، نتیجه می گیریم که جهت جریان باید از A به B باشد.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. قبل از آغاز حل، به نکات زیر توجه کنید:

طول مؤثر یک تیغه یا سیم، آن بخش از طول آن است که اولاً کاملاً در فضای میدان مغناطیسی قرار دارد و خطوط میدان را قطع می‌کند، ثانیاً جریان در آن وجود داشته باشد.

درون مدار، مقاومت الکتریکی مؤثر تیغه یا تکه سیم، مربوط به بخشی از آن است که حامل جریان الکتریکی باشد.

در شکل زیر، جهت جریان مدار، ساعتگرد و در تیغه، رو به پایین نمایش داده شده است. با توجه به جهت $\vec{B}$ و I و با استفاده از قاعده‌ی درست راست، مشخص می‌شود که جهت نیروی مغناطیسی، افقی و رو به راست می‌باشد. همچنین راستای تیغه و خطوط میدان مغناطیسی $\vec{B}$ بر هم عمود می‌باشند.



$$\theta = 90^\circ \Rightarrow \sin \theta = 1 \Rightarrow F = Il_{\text{مؤثر}} B = I(A'B')B$$

$$\Rightarrow F_{\min} = I_{\min} \times 0.3 \times 6 \Rightarrow 5/4 = I_{\min} \times 1/8 \Rightarrow I_{\min} = \frac{5/4}{1/8} \Rightarrow I_{\min} = 3 \text{ A}$$

با توجه به نکات گفته‌شده، در مدار تک‌حلقه نشان داده‌شده در شکل بالا، داریم:

$$R = \rho \frac{l}{A} \Rightarrow R \propto l$$

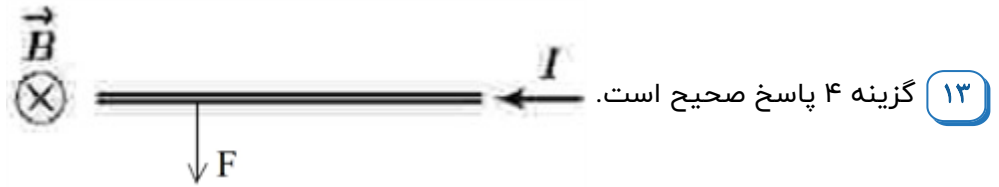
$$\Rightarrow \frac{R_{\text{مؤثر}}}{R_{\text{تیغه}}} = \frac{l_{\text{مؤثر}}}{l} \xrightarrow{l_{\text{مؤثر}} = 30 \text{ cm}} \frac{R_{\text{مؤثر}}}{10} = \frac{30}{40} \Rightarrow R_{\text{مؤثر}} = 7.5 \text{ } \Omega$$

$$\text{در نتیجه فقط } 7.5 \text{ } \Omega \Rightarrow R_{\text{مؤثر}} = 7.5 \text{ } \Omega \Rightarrow \frac{R_{\text{مؤثر}}}{R_{\text{تیغه}}} = \frac{l_{\text{مؤثر}}}{l} \xrightarrow{l_{\text{مؤثر}} = 30 \text{ cm}} \frac{R_{\text{مؤثر}}}{10} = \frac{30}{40} \Rightarrow R_{\text{مؤثر}} = 7.5 \text{ } \Omega$$

تک‌حلقه مؤثر است، پس داریم:

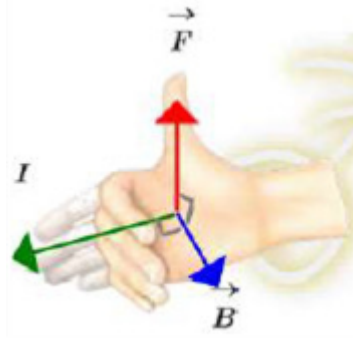
$$I_{\min} = \frac{\varepsilon}{R_{\max} + R_{\text{مؤثر}} + r} \Rightarrow 3 = \frac{36}{R_{\max} + 7.5 + 2} \Rightarrow R_{\max} = 2.5 \text{ } \Omega$$

حداکثر $2.5 \text{ } \Omega$ از مقاومت رئوستا باید در مدار قرار بگیرد تا لغزش آغاز شود.



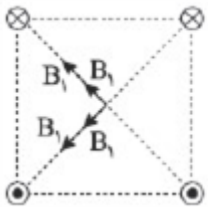
$$F = BIL \sin \theta = (0.5 \times 10^{-4})(2/4)(2/5) \sin 90^\circ = 3 \times 10^{-4} N$$

با کمک قاعده دست راست: چهار انگشت دست راست در جهت جریان و کف دست در جهت میدان $\vec{B}$ باشد، لذا جهت



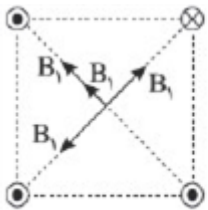
شست نیروی وارد بر سیم را نشان می‌دهد.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ۱۴
در حالت اول:



$$B = B_T = \sqrt{(2B_1)^2 + (2B_1)^2} = 2\sqrt{2}B_1$$

در حالت دوم:



$$B' = B'_T = 2B_1$$

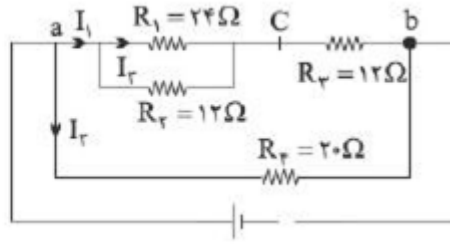
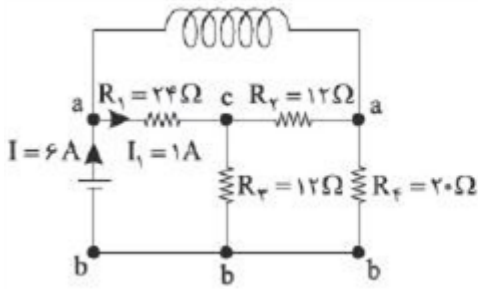
$$\frac{B'_T}{B_T} = \frac{2B}{2\sqrt{2}B} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. وجود حوزه‌های مغناطیسی مختص مواد فرومغناطیس است. حالا اگر حوزه‌ها راحت تغییر جهت بدهند و راحت به حالت اول خود برگردند، فرومغناطیس نرم است و اگر سخت تغییر کنند و سخت هم برگردند (یا اصلاً برنگردند) فرومغناطیس سخت است. ۱۵

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ۱۶

$$N = \frac{L}{\pi R} = \frac{200}{\pi \times 4} = \frac{25}{\pi}$$

$$B = \frac{\mu_0 NI}{2R} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times \frac{25}{\pi} \times 4}{2 \times 4 \times 10^{-2}} = 5 \times 10^{-4} T = 5 G$$



$$R_1, R_2 \text{ موازیند} \Rightarrow R_a = \frac{12 \times 24}{36} = 8 \Omega$$

$$R_a, R_3 \text{ متوالی} \Rightarrow R_b = 12 + 8 = 20 \Omega$$

$$R_2, R_b \text{ موازی} \Rightarrow R_{eq} = \frac{20 \times 20}{20 + 20} = 10 \Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{60}{10} = 6 \text{ A}$$

$$I_1 = I_2 = \frac{6}{2} = 3 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{1}{3} I_1 = 1 \text{ A}$$

$$\Rightarrow \text{جریان سملوله } I_L = 6 - 1 = 5 \text{ A}$$

$$B = \frac{\mu \cdot NI}{L} = \frac{12 \times 10^{-7} \times 500 \times 5}{4 \times 10^{-2}} \Rightarrow 75 \times 10^{-3} (T) = 750 (G)$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. نیروهای وارد شده توسط سیم‌های موازی حامل جریان از نوع نیروهای کنش و واکنش هستند و بنابراین اندازه‌ی آن‌ها با هم برابر است. ۱۸

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. همان‌طور که می‌دانید، یکای میدان مغناطیسی تسلا می‌باشد. به کمک رابطه‌ی زیر می‌توانیم، یکاهای معادل تسلا را به دست آوریم: ۱۹

$$F = |q| v B \sin \theta \Rightarrow B = \frac{F}{|q| v \sin \theta} \Rightarrow T \equiv \frac{N}{C \left(\frac{m}{s} \right)} \equiv \frac{Ns}{Cm} \equiv \frac{N}{A \cdot m}$$

دقت کنید: در روابط بالا طبق رابطه‌ی $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ ، کولن بر ثانیه معادل آمپر است.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. باید توجه داشته باشیم که نیروسنج‌ها همواره بزرگی نیروی برابند را نشان می‌دهند. در حالت اول جهت جریان از غرب به شرق و میدان مغناطیسی درونسو است، بنابراین جهت نیروی مغناطیسی به صورت مقابل است:

$$F_T = mg - F_{B_1} = 2 \times 10^{-4} = 0.8 \text{ N} \quad (1)$$

در حالت دوم با توجه به این‌که جهت جریان از شرق به غرب است، در نتیجه جهت میدان مغناطیسی عوض می‌گردد.

$$F_T = mg + F_{B_2} = 2 \times 10^{-4} = 1.6 \text{ N} \quad (2)$$

با استفاده از معادله‌های (۱) و (۲) داریم:

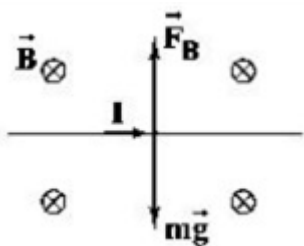
$$\begin{cases} mg - F_{B_1} = 0.8 \\ mg + F_{B_2} = 1.6 \end{cases} \Rightarrow F_{B_2} + F_{B_1} = 0.8 \Rightarrow BI_1 l + BI_2 l = 0.8$$

$$\Rightarrow BI(I_1 + I_2) = 0.8 \xrightarrow{I_1 + I_2 = 0.4 \text{ A}} BI \times 0.4 = 0.8 \Rightarrow BI = 2$$

$$\Rightarrow B \times 1 = 2 \Rightarrow B = 2 \text{ T} = 2 \times 10^4 \text{ G}$$



گزینه ۳ پاسخ صحیح است. چون نیروسنج‌ها عدد صفر را نشان می‌دهند، باید جهت نیروی مغناطیسی به سمت بالا باشد تا نیروی وزن سیم را خنثی کند. با توجه به جهت میدان مغناطیسی (درون سو $\otimes$) و قاعده‌ی دست راست، جهت جریان را مشخص می‌کنیم:



$$F_B = mg$$

$$B I l \sin \theta = mg$$

$$B I l \sin 90^\circ = \rho \cdot V_g = \rho_A l g$$

$$B I = \rho_A g$$

$$\Rightarrow I = \frac{\rho_A g}{B} \xrightarrow[r = 2 \times 10^{-2} \text{ m}]{A = \pi r^2} \frac{8 \times 10^{-2} \times 3 \times (2 \times 10^{-2})^2 \times 10}{8 \times 10^{-2}} = 12 \text{ A}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا با سرعت $\vec{i}^4$ و میدان $\vec{j}^2$ نیرو را محاسبه می‌کنیم که چون بردار سرعت و میدان هم‌راستا هستند، نیرو صفر می‌شود. حال با سرعت $\vec{i}^4$ و میدان $\vec{j}^2$ به محاسبه بردار نیرو می‌پردازیم که اگر دست راست خود را در جهت محور x طوری قرار دهیم که کف دست در جهت محور y باشد، انگشت شصت جهت محور z را نشان می‌دهد که جهت بردار نیرو است و بزرگی آن برابر است با:

$$F = qvB \sin \theta \Rightarrow f_1 = 2 \times 10^{-6} \times 4 \times 1 \sin 90^\circ = 8 \times 10^{-6} N$$

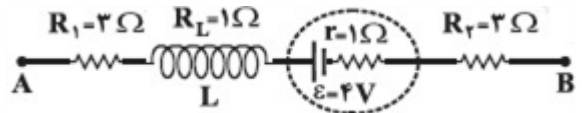
حال با سرعت $\vec{j}^3$ و میدان $\vec{i}^2$ ، مشاهده می‌شود که اگر دست را در جهت خلاف محور x طوری قرار دهیم که کف دست خلاف جهت محور y شود، مشاهده می‌شود که انگشت شصت خلاف جهت محور z را نشان می‌دهد و بزرگی نیرو دارد، برابر است با:

$$F_2 = 2 \times 10^{-6} \times 3 \times 2 \sin 90^\circ = 12 \times 10^{-6} N$$

چون دو بردار نیرو خلاف جهت یکدیگرند، برای به دست آوردن نیروی برآیند هر دو نیرو را از هم کم می‌کنیم.

$$F_a = |F_1 - F_2| = |8 \times 10^{-6} - 12 \times 10^{-6}| = 4 \times 10^{-6} N$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.



فرض می‌کنیم جهت جریان از A به B باشد. با استفاده از قانون ولتاژها، داریم:

$$V_A - IR_1 - IR_L - \varepsilon - Ir - IR_2 = V_B$$

$$\Rightarrow V_A - I \times 3 - I \times 1 - 4 - I \times 1 - I \times 3 = V_B \Rightarrow V_A - V_B - 4 = 8I$$

$$\xrightarrow{V_A - V_B = 12V} 12 - 4 = 8I \Rightarrow I = 1A$$

حال با استفاده از رابطه بزرگی میدان مغناطیسی داخل سیملوله، داریم:

$$B = \mu \cdot \frac{N}{l} I = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{5}{10^{-2}} \times 1 \Rightarrow B = 2\pi \times 10^{-4} T = 2\pi G$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. چون حلقه‌های سیملوله آرمانی به یکدیگر چسبیده‌اند، بنابراین طول سیملوله برابر با حاصل ضرب تعداد حلقه‌های آن در قطر سیم سازنده سیملوله است.

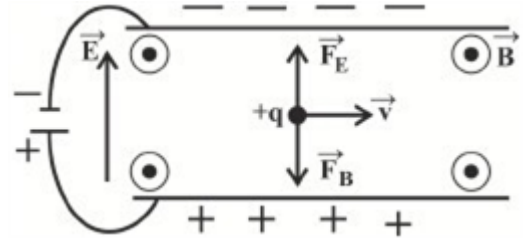
$$l = ND \Rightarrow \frac{l}{D} = \frac{N}{l}$$

با استفاده از رابطه بزرگی میدان مغناطیسی داخل یک سیملوله آرمانی، داریم:

$$B = \frac{\mu \cdot NI}{l} = \frac{\mu \cdot I}{d} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 0/1}{10^{-2}} \Rightarrow B = 4\pi \times 10^{-5} = 0/4\pi G$$

۲۵

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. طبق قاعده دست راست برای بار الکتریکی مثبت، نیروی مغناطیسی وارد بر بار به سمت پایین می‌باشد و بنابراین نیروی الکتریکی باید به سمت بالا باشد، تا ذره منحرف نشود. از طرفی طبق رابطه $\vec{F}_E = q \cdot \vec{E}$ هرگاه بار الکتریکی مثبت باشد، نیرو $(\vec{F}_E)$ و میدان الکتریکی $(\vec{E})$ هم جهت‌اند، در نتیجه میدان الکتریکی بالاسو خواهد شد و برای ایجاد این میدان باید باتری B را در مدار قرار دهیم (شکل زیر)



$$F_B = F_E \Rightarrow \text{اکنون داریم:}$$

$$|q| v B = |q| E \Rightarrow E = v \cdot B \xrightarrow{B=4000 \text{ G} = 0.4 \text{ T}, v=10^{-2} \frac{\text{m}}{\text{s}}} E = 10^{-2} \times 0.4 = 400 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

$$E = \frac{\Delta V}{d} \Rightarrow \Delta V = E d \xrightarrow{d=4 \text{ mm} = 4 \times 10^{-3} \text{ m}} \Delta V = 400 \times (4 \times 10^{-3}) \Rightarrow \Delta V = 1.6 \text{ V}$$

۲۶

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. به بررسی موارد نادرست می‌پردازیم:

(ب) تسلا یکی بزرگی میدان مغناطیسی در SI است که در برخی موارد از یکای قدیمی (غیر SI) و کوچک‌تری به نام گاوس (با نماد G) استفاده می‌شود.

(ب) اندازه میدان مغناطیسی زمین در نزدیک سطح زمین در قطب‌ها بیشترین (65 G) و در استوا کمترین (25 G) است.

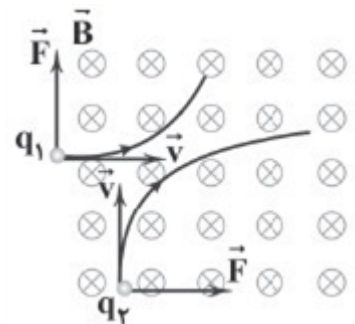
(ت) بزرگترین میدان مغناطیسی مداوم که امروزه در آزمایشگاه تولید شده، حدود ۴۵ تسلا است.

۲۷

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به جهت بردارها در شکل زیر می‌بینید که بردارهای $\vec{v}$ ، $\vec{F}$ و $\vec{B}$ برای بار q_1 بر دستور دست راست منطبق است، اما جهت این بردارها برای بار q_2 با دستور دست راست انطباق ندارد، بنابراین $q_1 > 0$ و $q_2 < 0$ است.

اما با توجه به برابری $|q_1| = |q_2|$ و $v_1 = v_2$ در میدان مغناطیسی یک‌نواخت B و رابطه $F = |q| v B \sin \theta$ نتیجه می‌گیریم که بزرگی نیروی مغناطیسی وارد بر این بارها یکسان است.

دقت کنید: با توجه به خمیدگی مسیر حرکت بارها، جهت نیروی مغناطیسی وارد بر بار q_1 به سمت بالا و جهت نیروی مغناطیسی وارد بر بار q_2 به سمت راست شکل است.



۲۸

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

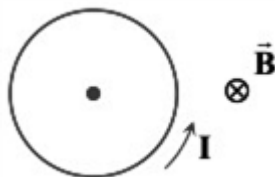
با توجه به شکل در قسمت‌های AB و CD چون سیم هم‌راستا و هم‌جهت با میدان مغناطیسی است ($\theta = 0$) بنابراین نیروی مغناطیسی وارد بر آن‌ها صفر می‌باشد و در دو قسمت BC و DE، نیرو به صورت درون‌سو وارد می‌شود و لذا هر دو با هم جمع می‌شوند.

$$F_{ABCDE} = L_{BC} B \sin 90^\circ + L_{DE} B \sin 90^\circ = 4 \times 1 \times 10^{-2} \times 5 \times 10^{-4} \times 1 + 4 \times 1 \times 10^{-2} \times \frac{1}{4}$$

$$\Rightarrow F_{ABCDE} = 3 \times 10^{-5} N$$

۲۹

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به قاعده دست راست و جهت میدان مغناطیسی در نقطه M، می‌توان نتیجه گرفت که جهت جریان حلقه، پادساعت‌گرد است. به این ترتیب میدان در مرکز حلقه، برون‌سو خواهد بود.



۳۰

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با نصف کردن سیم‌لوله، طول آن نصف و تعداد دورهای آن نیز نصف می‌شود. بنابراین داریم:

$$B = \frac{\mu_0 NI}{L} \Rightarrow \frac{B_2}{B_1} = \frac{N_2}{N_1} \times \frac{I_2}{I_1} \times \frac{L_1}{L_2} \quad \begin{matrix} N_2 = \frac{N_1}{2} \text{ و } L_2 = \frac{L_1}{2} \\ I_2 = 0.8 I_1 \end{matrix}$$

$$\frac{B_2}{B_1} = \frac{\frac{N_1}{2}}{N_1} \times \frac{0.8 I_1}{I_1} \times \frac{L_1}{\frac{L_1}{2}}$$

$$\frac{B_2}{B_1} = \frac{1}{2} \times 0.8 \times 2 = 0.8 \Rightarrow B_2 = 0.8 B_1 \Rightarrow B_2 = 80\% B_1$$

در نتیجه میدان مغناطیسی، ۸۰ درصد مقدار اولیه خود می‌شود، یعنی ۲۰ درصد کاهش می‌یابد.

$$\frac{\Delta B}{B_1} \times 100 = \frac{0.8 B_1 - B_1}{B_1} \times 100 = -20\%$$

۳۱

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به جهت خطوط میدان در هر سیم، مشخص می‌شود که جریان سیم A رو به پایین و جریان سیم B رو به بالا است و چون جریان دو سیم در خلاف هم است، لذا نیروی بین آن دو رانشی است.

توضیح بیشتر اینکه در این شکل، خطوط میدان برآیند دو سیم طوری است که گویا خطوط میدان تکتک سیم‌ها یکدیگر را پس زده‌اند و این شبیه وضعیت خطوط میدان برآیند دو آهن‌ربا است که قطب‌های هم‌نام آن‌ها در مجاورت هم قرار گرفته‌اند. همان‌طور که نیروی بین این دو آهن‌ربا دافعه است، می‌توان درک کرد که نیروی بین دو سیم دافعه خواهد بود.

۳۲

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا اندازه‌ی میدان مغناطیسی یکنواخت درون سیملوله را به دست می‌آوریم و سپس با توجه به آن، تعداد دورهای حلقه در هر سانتی‌متر از سیملوله را تعیین می‌کنیم.

$$F = qvB \sin \theta \Rightarrow 1/6 \times 10^{-16} = 1/6 \times 10^{-19} \times \frac{5}{\pi} \times 10^5 \times B \times \sin 90^\circ$$

$$\Rightarrow B = \frac{\pi}{5} \times 10^{-2} T$$

$$B = \mu_0 n I \Rightarrow \frac{\pi}{5} \times 10^{-2} = 4\pi \times 10^{-7} \times n \times 5 \Rightarrow n = 1000 \frac{\text{حلقه}}{\text{متر}}$$

$$1000 \frac{\text{حلقه}}{\text{متر}} \div 100 = 10 \frac{\text{حلقه}}{\text{سانتی‌متر}}$$

تعداد دور حلقه‌ها در هر سانتی‌متر طول سیملوله برابر است با:

$$B = \frac{\mu_0}{2} \frac{NI}{R}$$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$B_1 = 2\pi \times 10^{-7} \times \frac{5}{0.2} = 50\pi \times 10^{-7} T = 5\pi \times 10^{-2} G \otimes$$

می‌خواهیم جهت میدان برآیند، $\otimes$ باشد، پس B_2 باید در جهت $\odot$ باشد.

$$B_t = B_2 - B_1$$

$$\frac{\pi}{5} = B_2 - \frac{5\pi}{100} \Rightarrow B_2 = \frac{25\pi}{100} G$$

$$B_2 = \frac{2\pi \times 10^{-7} I_2}{0.2} \Rightarrow \frac{25\pi}{100} \times 10^{-2} = 2\pi \times 10^{-7} I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{25}{2} A$$

۳۴

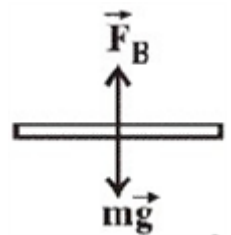
گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. برای این که این قسمت از سیم معلق بماند، باید برآیند نیروهای وارد بر آن برابر با صفر باشد، بنابراین داریم:

$$F_B = mg \Rightarrow IlB \sin \alpha = mg$$

و از آن جا که حداقل اندازه‌ی میدان خواسته شده است. $\sin \alpha = 1$ خواهد بود.

$$IlB = mg \Rightarrow IB = \frac{m}{l} g \Rightarrow 10 \times B = 0.2 \times 10 \Rightarrow B = 0.2 T$$

$$\xrightarrow{1 T = 10^4 G} B = 0.2 \times 10^4 = 2000 G$$



۳۵

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$B = \frac{\mu_0 NI}{2r} \Rightarrow 2 \times 10^{-2} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 50 \times 4}{2r} \Rightarrow r = 6/28 \times 10^{-2} m \Rightarrow r = 6/28 \text{ cm}$$

۳۶

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$F = qVB \sin \theta \rightarrow F = 1/6 \times 10^{-19} \times 4 \times 10^5 \times 5 \times 10^{-4} \times \sin 60^\circ = 1/6 \sqrt{3} \times 10^{-17} N$$

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. ۳۷

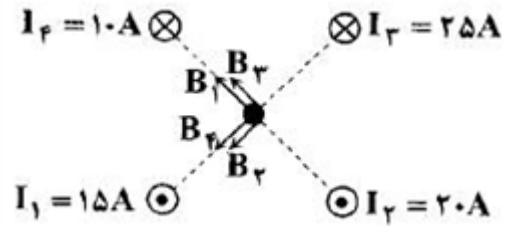
$$d = a \frac{\sqrt{2}}{2} = 10\sqrt{2} \text{ cm}$$

فاصله‌ی مرکز مربع از هر سیم

$$B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d}$$

$$B_t = \sqrt{(B_1 + B_2)^2 + (B_3 + B_4)^2} \Rightarrow B_t = \frac{2 \times 10^{-7}}{\left(\frac{10\sqrt{2}}{100}\right)} \sqrt{(15 + 25)^2 + (10 + 20)^2}$$

$$B_t = 50\sqrt{2} \times 10^{-6} = 5\sqrt{2} \times 10^{-5} \text{ T} = \frac{\sqrt{2}}{2} G$$



گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. ۳۸

$$F = ma, F = qVB \sin \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{qVB \sin \alpha}{m} a = \frac{5 \times 10^{-6} \times 10^3 \times 4 \times 10^{-3}}{500 \times 10^{-6}} = 0.4 \frac{m}{s^2}$$

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. باید اندازه‌ی نیروی الکتریکی وارد بر بار، برابر با اندازه‌ی نیروی مغناطیسی وارد بر آن باشد. ۳۹

$$F_E = F_B \Rightarrow qE = qvB \sin \theta \xrightarrow{\sin \theta = 1} E = vB \Rightarrow v = \frac{E}{B}$$

دقت کنید چون در صورت سؤال حداقل سرعت پرتاب ذره خواسته شده است، حالتی را در نظر می‌گیریم که $\sin \theta = 1$ باشد، یعنی ذره عمود بر میدان مغناطیسی پرتاب می‌شود.

اکنون برای محاسبه‌ی میدان الکتریکی باید اختلاف پتانسیل بین دو صفحه‌ی خازن را به دست آوریم:

$$V = IR = \frac{\varepsilon}{R + r} R = \frac{24}{10 + 2} \times 10 = 20 \text{ V}$$

$$E = \frac{V}{d} = \frac{20}{0.1} = 200 \frac{V}{m} \Rightarrow v = \frac{E}{B} = \frac{200}{0.2} = 10^3 \frac{m}{s}$$

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا با قرار دادن مقاومت معادل هر شاخه، جریان در هر شاخه و جریانی در سیم لوله را

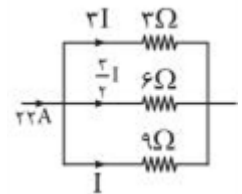
به دست می‌آوریم. توجه شود که اگر جریانی در مقاومت ۹Ω را I فرض کنیم، جریانی در مقاومت ۶Ω برابر $\frac{۹}{۶}I$ و $\left(\frac{۳}{۲}I\right)$ و

جریانی در مقاومت ۳Ω برابر $\frac{۹}{۳}I$ است. زیرا در مقاومت‌های موازی جریانی با مقاومت رابطه‌ی عکس دارد.

$$۳I + \frac{۳}{۲}I + I = ۲۲ \Rightarrow I = ۴A$$

$$\text{جریان در سیم لوله} = ۳I = ۱۲A$$

$$B = \mu \cdot \frac{N}{L} I = ۴\pi \times ۱۰^{-۷} \times \frac{۲۰۰}{۱} \times ۱۲ = ۹/۶ \times ۱۰^{-۴} T \quad B = ۹/۶\pi G$$



1	1	2	3	4
2	1	2	3	4
3	1	2	3	4
4	1	2	3	4
5	1	2	3	4
6	1	2	3	4
7	1	2	3	4
8	1	2	3	4
9	1	2	3	4
10	1	2	3	4
11	1	2	3	4
12	1	2	3	4
13	1	2	3	4
14	1	2	3	4
15	1	2	3	4
16	1	2	3	4
17	1	2	3	4
18	1	2	3	4
19	1	2	3	4
20	1	2	3	4
21	1	2	3	4
22	1	2	3	4
23	1	2	3	4
24	1	2	3	4
25	1	2	3	4
26	1	2	3	4
27	1	2	3	4
28	1	2	3	4
29	1	2	3	4
30	1	2	3	4
31	1	2	3	4
32	1	2	3	4

33	1	2	3	4
34	1	2	3	4
35	1	2	3	4
36	1	2	3	4
37	1	2	3	4
38	1	2	3	4
39	1	2	3	4
40	1	2	3	4

